

09/831887

日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

PCT/JP 00/02909

26.05.00	
REC'D 27 JUL 2000	
WIPO	PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて 15/12
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年 8月 9日

JP 00/02909

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第225695号

出 願 人
Applicant (s):

イビデン株式会社

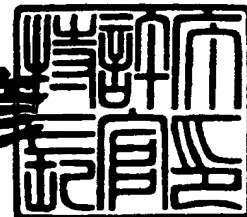
4

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 6月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特2000-3052066

【書類名】 特許願

【整理番号】 H11YAHP005

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05B 3/14

【発明者】

 【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

 【氏名】 伊藤 康隆

【特許出願人】

 【識別番号】 000000158

 【氏名又は名称】 イビデン株式会社

 【代表者】 岩田 義文

【代理人】

 【識別番号】 100086586

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 安富 康男

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104813

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 古谷 信也

【選任した代理人】

 【識別番号】 100108431

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 村上 加奈子

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 033891

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705255

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、

前記窒化物セラミック基板は、窒化物セラミックの構成元素以外の元素を含み、半導体ウエハを載置して加熱する加熱面の J I S B 0 6 0 1 に基づく面粗度は、 $R_{max} = 0.2 \sim 200 \mu m$ であることを特徴とする半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ。

【請求項 2】 窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、

前記窒化物セラミック基板は、Na、B、Y、Li、RbおよびCaから選ばれる少なくとも 1 種の元素を含み、半導体ウエハを載置して加熱する加熱面の J I S B 0 6 0 1 に基づく面粗度は、 $R_{max} = 0.2 \sim 200 \mu m$ であることを特徴とする半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ。

【請求項 3】 前記Y、Li、RbおよびCaから選ばれる少なくとも 1 種の元素を、0.1重量%以上含有する請求項 1 または 2 に記載の半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ。

【請求項 4】 前記NaおよびBから選ばれる少なくとも 1 種の元素を、0.05ppm以上含有する請求項 1 または 2 に記載の半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体産業において使用される、半導体ウエハを汚染することのない半導体ウエハ加熱用セラミックヒータに関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体製品は、半導体ウエハ上に感光性樹脂をエッチングレジストとして形成し

、半導体ウエハのエッチングを行う工程等を経て製造される。

この感光性樹脂は液状であり、スピンコーターなどを用いて半導体ウエハ表面に塗布されるのであるが、塗布後に溶剤等を飛散させるため乾燥させなければならず、塗布した半導体ウエハをヒータ上に載置して加熱することになる。

従来、このような用途に使用される金属製のヒータとしては、アルミニウム板の裏面に発熱体を配置したものが採用されている。

【0003】

ところが、このような金属製のヒータは、以下のような問題があった。

まず、金属製であるため、ヒータ板の厚みは、15mm程度と厚くしなければならない。なぜなら、薄い金属板では、加熱に起因する熱膨張により、反り、歪み等が発生してしまい、金属板上に載置した半導体ウエハが破損したり傾いたりしてしまうからである。しかしながら、ヒータ板の厚みを厚くすると、ヒータの重量が重くなり、また、かさばってしまうという問題があった。

【0004】

また、発熱体に印加する電圧や電流量を変えることにより、加熱温度を制御するのであるが、金属板が厚いために、電圧や電流量の変化に対してヒータ板の温度が迅速に追従せず、温度制御しにくいという問題もあった。

【0005】

そこで、特開平9-306642号公報、特開平4-324276号公報等に記載されているように、基板として、熱伝導率が高く、強度も大きい非酸化物セラミックであるAlNを使用し、このAlN基板中に発熱体が形成されたセラミックヒータが提案されている。

このようなセラミックヒータでは、Y、Na、B、Li、Rb、Caを含有するセラミックを使用したものの方が熱伝導率に優れており、ヒータとして好ましい。例えば、特許第2798570号公報等には、Ca、Naを使用した高熱伝導率の窒化アルミニウム焼結体を開示している。

【0006】

一方、特開平7-280462号公報に記載されているように、通常のセラミックヒータにおいては、発熱体を設ける面を粗化し、半導体ウエハを載置して加熱

する面を平坦にしていた。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、Y、Na、Ca等を含有するセラミックヒータにおいて、半導体ウエハを載置する面を平坦にしたのでは、半導体ウエハとセラミックヒータの接触面積が大きくなり、熱拡散により、半導体ウエハが汚染されてしまう。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、このような従来技術の問題について鋭意検討した結果、セラミックヒータの半導体ウエハを載置して加熱する面（以下、ウエハ加熱面という）を粗化することにより、半導体ウエハとの接触を点接触とすることができ、これにより、セラミック基板がY、Na等の不純物を含んでいても、セラミックヒータから半導体ウエハへの不純物の熱拡散を防止することができることを見だし、本発明を完成するに至った。

【0 0 0 9】

すなわち、本発明の半導体ウエハ加熱用セラミックヒータは、窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、前記窒化物セラミック基板は、窒化物セラミックの構成元素以外の元素を含み、半導体ウエハを載置して加熱する加熱面のJ I S B 0 6 0 1に基づく面粗度は、 $R_{max} = 0.2 \sim 200 \mu m$ であることであることを特徴とする。

【0 0 1 0】

また、本発明の半導体ウエハ加熱用セラミックヒータは、窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、前記窒化物セラミック基板は、Na、B、Y、Li、RbおよびCaから選ばれる少なくとも1種の元素を含み、半導体ウエハを載置して加熱する加熱面のJ I S B 0 6 0 1に基づく面粗度は、 $R_{max} = 0.2 \sim 200 \mu m$ であることを特徴とする。

【0 0 1 1】

上記半導体ウエハ加熱用セラミックヒータにおいては、上記Y、Li、Rb、C

a を、0. 1 重量%以上、Na、B を 0. 0 5 p p m 以上含有することが望ましい。

【0 0 1 2】

【発明の実施の形態】

本発明の半導体ウエハ加熱用セラミックヒータは、窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、

上記窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、

前記窒化物セラミック基板は、窒化物セラミックの構成元素以外の元素を含み、半導体ウエハを載置して加熱する加熱面の J I S B 0 6 0 1 に基づく面粗度は、 $R_{max} = 0. 2 \sim 200 \mu m$ であることを特徴とする。

【0 0 1 3】

本発明の半導体ウエハ加熱用セラミックヒータによれば、上記窒化物セラミック基板は、窒化物セラミックの構成元素以外の元素、具体的には Y、Na、B、Li、Rb および Ca から選ばれる少なくとも 1 種の元素を含んでいるので、熱伝導率が高く、ヒータ板の表面温度を発熱体の温度変化に迅速に追従させることができ、ウエハ加熱面の温度を良好に制御することができる。

また、ウエハ加熱面が、上記のように粗化されているので、半導体ウエハとの接触を点接触とすることができ、セラミックヒータから半導体ウエハへの不純物（Y 等）の熱拡散を防止することができる。

【0 0 1 4】

本発明の半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ（以下、単に「セラミックヒータ」ともいう）は、窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体が設けられている。

【0 0 1 5】

図 1 は、本発明のセラミックヒータの一例を模式的に示す平面図であり、図 2 はその一部を示す部分拡大断面図である。

窒化物セラミックからなるヒータ板 1 1 は、円板状に形成されており、発熱体 1 2 は、窒化物セラミック基板（以下、ヒータ板ともいう）1 1 のウエハ加熱面 1

1bの全体の温度が均一になるように加熱する必要があるため、ヒータ板11の底面に同心円状のパターンに形成されている。なお、発熱体はパターン状のものに限られず、例えば、ペルチェ素子であってもよい。

【0016】

また、これら発熱体12は、互いに近い二重の同心円同士が1組として、1本の線になるように接続され、その両端に入出力の端子となる外部端子13が金属被覆層12aを介して接続されている。また、中央に近い部分には、半導体ウエハ19を支持する支持ピン16を挿入するための貫通孔15が形成され、さらに、測温素子を挿入するための有底孔14が形成されている。

なお、図1～2に示したセラミックヒータ10において、発熱体12はヒータ板11の底部に設けられているが、ヒータ板11の内部に設けられていてもよい。以下、本発明のセラミックヒータを構成する部材等について詳細に説明する。

【0017】

本発明のセラミックヒータ10では、ヒータ板の材料として、窒化物セラミックを用いているが、これは、熱膨張係数が金属より小さく、薄くしても、加熱により反ったり、歪んだりしないため、ヒータ板11を薄くて軽いものとすることができるからである。

【0018】

また、ヒータ板11の熱伝導率が高く、またヒータ板自体薄いため、ヒータ板11の表面温度が、発熱体の温度変化に迅速に追従する。即ち、電圧、電流量を変えて発熱体の温度を変化させることにより、ヒータ板11の表面温度を良好に制御することができるのである。

【0019】

上記窒化物セラミックとしては、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

これらのなかでは、窒化アルミニウムが最も好ましい。熱伝導率が $180\text{ W/m} \cdot \text{K}$ と最も高いからである。

【0020】

ヒータ板 11 は、Y、Na、B、Li、Rb および Ca から選ばれる少なくとも 1 種の元素を含んでいる。

これらのなかで Y、Li、Rb、Ca の酸化物は、通常、焼結助剤として添加される。ヒータ板 11 の熱伝導率を $130 \sim 200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ と高くするためには、Y、Li、Rb、Ca の含有量は、0.1～5 重量% が好ましい。

【0021】

Y 等の含有量が、0.1 重量% 未満であると、焼結の際に緻密化が進行せず、その結果、熱伝導率を高く保つことが困難になる。

また、Na、B などは粒界に局在して熱伝導率を改善する。

Na、B の含有量は、0.05～50 ppm が好ましい。0.05 ppm 未満では熱伝導率の改善効果が全くないからである。

これらの元素は、不可避免的に原料粉末に含まれているが、これを上記範囲の量とするために、Na を含む化合物や Ca を含む化合物、例えば、 NaCO_3 、 CaCO_3 等を添加してもよい。

【0022】

上記ヒータ板 11 のウエハ加熱面は、不純物の半導体ウエハへの拡散を防止するために、JIS B 0601 に基づく面粗度が、 $R_{\text{max}} = 0.2 \sim 200 \mu\text{m}$ になるように粗化処理が施されている。

【0023】

上記面粗度の R_{max} が $0.2 \mu\text{m}$ 未満であると、面接触に近くなるため、不純物の半導体ウエハへの拡散を防止することが困難となり、一方、上記面粗度の R_{max} が $200 \mu\text{m}$ を超えると、粗化処理自体が困難となるだけでなく、ウエハを充分加熱できなくなる。これはウエハとウエハ載置面との距離が長くなって輻射熱量あるいは空気中を伝搬してウエハに到達する熱量が小さくなるためであると考えられる。

なお、面粗度は $R_{\text{max}} = 1 \sim 20 \mu\text{m}$ が好ましい。ウエハが接触した際にパーティクルが発生しにくい範囲だからである。

【0024】

粗化処理の方法としては、特に限定されるものではないが、例えば、アルミナ、

、SiC、ガラス、ジルコニア等からなる粒子をウエハ加熱面に吹き付けるサンドブラスト処理等が挙げられる。

【0025】

上記セラミックヒータのヒータ板11の厚さは、0.5～5mmが好ましい。0.5mmより薄いと、強度が低下するため破損しやすくなり、一方、5mmより厚くなると、熱が伝搬しにくくなり、加熱の効率が悪くなる。

【0026】

窒化物セラミック基板の表面または内部に形成される発熱体12は、少なくとも2以上の回路に分割されていることが望ましい。回路を分割することにより、各回路に投入する電力を制御して発熱量を変えることができ、半導体ウエハの加熱面の温度を調整することができるからである。

【0027】

発熱体12のパターンとしては、例えば、同心円、渦巻き、偏心円、屈曲線などが挙げられるが、ヒータ板全体の温度を均一にすることができる点から、図1に示したような同心円状のものが好ましい。

【0028】

発熱体12をヒータ板11の表面に形成する場合には、金属粒子を含む導電ペーストをヒータ板11の表面に塗布して所定パターンの導体ペースト層を形成した後、これを焼き付け、ヒータ板11の表面で金属粒子を焼結させる方法が好ましい。なお、金属の焼結は、金属粒子同士および金属粒子とセラミックとが融着していれば充分である。

【0029】

ヒータ板11の表面に発熱体を形成する場合には、発熱体の厚さは、1～30μmが好ましく、1～10μmがより好ましい。また、ヒータ板11の内部に発熱体を形成する場合には、その厚さは、1～50μmが好ましい。

【0030】

また、ヒータ板11の表面に発熱体を形成する場合には、発熱体の幅は、0.1～20mmが好ましく、0.1～5mmがより好ましい。また、ヒータ板11の内部に発熱体を形成する場合には、発熱体の幅は、5～20μmが好ましい。

【0031】

発熱体 12 は、その幅や厚さにより抵抗値に変化を持たせることができるが、上記した範囲が最も実用的である。抵抗値は、薄く、また、細くなる程大きくなる。発熱体 12 は、ヒータ板 11 の内部に形成した場合の方が、厚み、幅とも大きくなるが、発熱体 12 を内部に設けると、加熱面と発熱体 12 との距離が短くなり、表面の温度の均一性が低下するため、発熱体自体の幅を広げる必要があること、内部に発熱体 12 を設けるために、窒化物セラミック等との密着性を考慮する必要性がないため、タングステン、モリブデンなどの高融点金属やタングステン、モリブデンなどの炭化物を使用することができ、抵抗値を高くすることが可能となるため、断線等を防止する目的で厚み自体を厚くしてもよい。そのため、発熱体 12 は、上記した厚みや幅とすることが望ましい。

【0032】

発熱体 12 は、断面計上が矩形であっても楕円であってもよいが、偏平であることが望ましい。偏平の方がウエハ加熱面に向かって放熱しやすいため、加熱面の温度分布ができにくいからである。

断面のアスペクト比（発熱体の幅／発熱体の厚さ）は、10～5000であることが望ましい。

この範囲に調整することにより、発熱体 12 の抵抗値を大きくすることができるとともに、加熱面の温度の均一性を確保することができるからである。

【0033】

発熱体 12 の厚さを一定とした場合、アスペクト比が上記範囲より小さいと、ヒータ板 11 のウエハ加熱方向への熱の伝搬量が小さくなり、発熱体 12 のパターンに近似した熱分布が加熱面に発生してしまい、逆にアスペクト比が大きすぎると発熱体 12 の中央の直上部分が高温となってしまう、結局、発熱体 12 のパターンに近似した熱分布が加熱面に発生してしまう。従って、温度分布を考慮すると、断面のアスペクト比は、10～5000であることが好ましいのである。

【0034】

発熱体 12 をヒータ板 11 の表面に形成する場合は、アスペクト比を 10～200、発熱体 12 をヒータ板 11 の内部に形成する場合は、アスペクト比を 200

～5000とすることが望ましい。

【0035】

発熱体12は、ヒータ板11の内部に形成した場合の方が、アスペクト比が大きくなるが、これは、発熱体12を内部に設けると、加熱面と発熱体12との距離が短くなり、表面の温度均一性が低下するため、発熱体12自体を偏平にする必要があるからである。

【0036】

発熱体12をヒータ板11の内部に偏芯して形成する場合の位置は、ヒータ板11の加熱面に対向する面（底面）に近い位置で、加熱面から底面までの距離に対して50%を超え、99%までの位置とすることが望ましい。

50%以下であると、加熱面に近すぎるため、温度分布が発生してしまい、逆に、99%を超えると、ヒータ板11自体に反りが発生して、半導体ウエハが破損するからである。

【0037】

また、発熱体12をヒータ板11の内部に形成する場合には、発熱体形成層を複数層設けてもよい。この場合は、各層のパターンは、相互に補完するようにどこかの層に発熱体12が形成され、ウエハ加熱面の上方から見ると、どの領域にもパターンが形成されている状態が望ましい。このような構造としては、例えば、互いに千鳥の配置になっている構造が挙げられる。

なお、発熱体12をヒータ板11の内部に設け、かつ、その発熱体12を一部露出させてもよい。

【0038】

導体ペーストとしては特に限定されないが、導電性を確保するための金属粒子または導電性セラミックが含有されているほか、樹脂、溶剤、増粘剤などを含むものが好ましい。

【0039】

上記金属粒子としては、例えば、貴金属（金、銀、白金、パラジウム）、鉛、タングステン、モリブデン、ニッケルなどが好ましい。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらの金属は、比較的酸化しにくく、発熱

するに十分な抵抗値を有するからである。

上記導電性セラミックとしては、例えば、タングステン、モリブデンの炭化物などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

【0040】

これら金属粒子または導電性セラミック粒子の粒径は、 $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ が好ましい。 $0.1 \mu\text{m}$ 未満と微細すぎると、酸化されやすく、一方、 $100 \mu\text{m}$ を超えると、焼結しにくくなり、抵抗値が大きくなるからである。

【0041】

上記金属粒子の形状は、球状であっても、リン片状であってもよい。これらの金属粒子を用いる場合、上記球状物と上記リン片状物との混合物であってもよい。

上記金属粒子がリン片状物、または、球状物とリン片状物との混合物の場合は、金属粒子間の金属酸化物を保持しやすくなり、発熱体12と窒化物セラミック等との密着性を確実にし、かつ、抵抗値を大きくすることができるため有利である。

。

【0042】

導体ペーストに使用される樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂などが挙げられる。また、溶剤としては、例えば、イソプロピルアルコールなどが挙げられる。増粘剤としては、セルロースなどが挙げられる。

【0043】

導体ペーストには、上記したように、金属粒子に金属酸化物を添加し、発熱体12を金属粒子および金属酸化物を焼結させたものとするのが望ましい。このように、金属酸化物を金属粒子とともに焼結させることにより、ヒータ板である窒化物セラミックと金属粒子とを密着させることができる。

【0044】

金属酸化物を混合することにより、窒化物セラミックと密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子表面や窒化物セラミックの表面は、わずかに酸化されて酸化膜が形成されており、この酸化膜同士が金属酸化物を介して焼結して一体化し、金属粒子と窒化物セラミックとが密着するのではないかと考えられる。

【0045】

上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリアおよびチタニアからなる群から選ばれる少なくとも1種が好ましい。

【0046】

これらの酸化物は、発熱体12の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子と窒化物セラミックとの密着性を改善することができるからである。

【0047】

上記酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 (B_2O_3)、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合、重量比で、酸化鉛が1~10、シリカが1~30、酸化ホウ素が5~50、酸化亜鉛が20~70、アルミナが1~10、イットリアが1~50、チタニアが1~50であって、その合計が100重量部を超えない範囲で調整されていることが望ましい。

これらの範囲で、これらの酸化物の量を調整することにより、特に窒化物セラミックとの密着性を改善することができる。

【0048】

上記金属酸化物の金属粒子に対する添加量は、0.1重量%以上10重量%未満が好ましい。また、このような構成の導体ペーストを使用して発熱体12を形成した際の面積抵抗率は、1~45 mΩ/□が好ましい。

【0049】

面積抵抗率が45 mΩ/□を超えると、印加電圧量に対して発熱量は大きくなりすぎて、ヒータ板の表面に発熱体12を設けたヒータ板11では、その発熱量を制御しにくいからである。なお、金属酸化物の添加量が10重量%以上であると、面積抵抗率が50 mΩ/□を超えてしまい、発熱量が大きくなりすぎて温度制御が難しくなり、温度分布の均一性が低下する。

【0050】

発熱体12がヒータ板11の表面に形成される場合には、発熱体12の表面部分に、金属被覆層12aが形成されていることが望ましい。内部の金属焼結体が酸化されて抵抗値が変化することを防止するためである。形成する金属被覆層12a

の厚さは、 $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ が好ましい。

【0051】

金属被覆層 12a を形成する際に使用される金属は、非酸化性の金属であれば特に限定されないが、具体的には、例えば、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルなどが挙げられる。これらは、単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。これらのなかでは、ニッケルが好ましい。

【0052】

発熱体 12 には、電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して発熱体 12 に取り付けが、ニッケルは、半田の熱拡散を防止するからである。接続端子としては、例えば、コバル製の外端子 13 が挙げられる。

【0053】

なお、発熱体 12 をヒータ板 11 の内部に形成する場合には、発熱体表面が酸化されることがないため、被覆は不要である。発熱体 12 をヒータ板 11 内部に形成する場合、発熱体の一部が表面に露出していてもよく、発熱体 12 を接続するためのスルーホールが端子部分に設けられ、このスルーホールに外部端子が接続、固定されていてもよい。

【0054】

外部端子 13 を接続する場合、半田としては、銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、 $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ が好ましい。半田による接続を確保するのに十分な範囲だからである。

【0055】

また、図 2 に示したように、ヒータ板 11 に貫通孔 15 を設けてその貫通孔 15 に支持ピン（図示せず）を挿入し、半導体ウエハを図示しない搬送機に渡したり、搬送機から半導体ウエハを受け取ったりすることができる。

【0056】

次に、本発明のセラミックヒータの製造方法について説明する。

まず、ヒータ板 11 の底面に発熱体が形成されたセラミックヒータ（図 1 ～ 2 参照）の製造方法について説明する。

【0057】

(1) ヒータ板の作製工程

上述した窒化アルミニウムなどの窒化物セラミックの粉末に必要な応じてイットリア ($Y_2 O_3$)、カルシア (CaO)、酸化リチウム ($Li_2 O$)、酸化ルビジウム ($Rb_2 O$) 等の焼結助剤、Y、Na、Ca、Li、Rb、Bを含む化合物、バインダ等を配合してスラリーを調製した後、このスラリーをスプレードライ等の方法で顆粒状にし、この顆粒を金型などに入れて加圧することにより板状などに成形し、生成形体 (グリーン) を作製する。

【0058】

次に、生成形体に、必要な応じて、半導体ウエハを支持するための支持ピンを挿入する貫通孔となる部分や熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分を形成する。

【0059】

次に、この生成形体を加熱、焼成して焼結させ、セラミック製の板状体を製造する。この後、所定の形状に加工することにより、ヒータ板 11 を作製するが、焼成後にそのまま使用することができる形状としてもよい。加圧しながら加熱、焼成を行うことにより、気孔のないヒータ板 11 を製造することが可能となる。加熱、焼成は、焼結温度以上であればよいが、窒化物セラミックでは、 $1000 \sim 2500^{\circ}C$ である。この後、サンドブラスト等により、少なくともウエハ加熱面に粗化処理を施す。両面に粗化処理を施してもよい。

【0060】

(2) ヒータ板に導体ペーストを印刷する工程

導体ペーストは、一般に、金属粒子、樹脂、溶剤からなる粘度の高い流動物である。この導体ペーストをスクリーン印刷などを用い、発熱体を設けようとする部分に印刷を行うことにより、導体ペースト層を形成する。発熱体は、ヒータ板全体を均一な温度にする必要があることから、図 1 に示すような同心円状からなるパターンに印刷することが望ましい。

導体ペースト層は、焼成後の発熱体 12 の断面が、方形で、偏平な形状となるように形成することが望ましい。

【0061】

(3) 導体ペーストの焼成

ヒータ板 11 の底面に印刷した導体ペースト層を加熱焼成して、樹脂、溶剤を除去するとともに、金属粒子を焼結させ、ヒータ板 11 の底面に焼き付け、発熱体 12 を形成する。加熱焼成の温度は、500～1000℃が好ましい。

導体ペースト中に上述した金属酸化物を添加しておくこと、金属粒子、ヒータ板および金属酸化物が焼結して一体化するため、発熱体とヒータ板との密着性が向上する。

【0062】

(4) 金属被覆層の形成

発熱体 12 表面には、金属被覆層 12a を設けることが望ましい。金属被覆層 12a は、電解めっき、無電解めっき、スパッタリング等により形成することができるが、量産性を考慮すると、無電解めっきが最適である。

【0063】

(5) 端子等の取り付け

発熱体 12 のパターンの端部に電源との接続のための端子（外部端子 13）を半田で取り付ける。また、有底孔 14 に銀ろう、金ろうなどで熱電対を固定し、ポリイミド等の耐熱樹脂で封止し、セラミックヒータの製造を終了する。

【0064】

次に、ヒータ板 11 の内部に発熱体 12 が形成されたセラミックヒータの製造方法について説明する。

(1) ヒータ板の作製工程

まず、窒化物セラミックの粉末をバインダ、溶剤等と混合してペーストを調製し、これを用いてグリーンシートを作製する。

【0065】

上述した窒化物セラミック粉末としては、窒化アルミニウムなどを使用することができ、必要に応じて、イットリア等の焼結助剤、Na、Caを含む化合物等を加えてもよい。

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニラールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

【0066】

さらに溶媒としては、 α -テルピオーネ、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシートを作製する。

グリーンシートの厚さは、0.1～5 mmが好ましい。

【0067】

次に、得られたグリーンシートに、必要に応じて、半導体ウエハを支持するための支持ピンを挿入する貫通孔15となる部分、熱電対などの測温素子を埋め込むための有底孔となる部分、発熱体を外部の端ピンと接続するためのスルーホール18となる部分等を形成する。後述するグリーンシート積層体を形成、あるいは焼成した後に、上記加工を行ってもよい。

【0068】

(2) グリーンシート上に導体ペーストを印刷する工程

グリーンシート上に、発熱体を形成するための金属ペーストまたは導電性セラミックを含む導電性ペーストを印刷する。

これらの導電ペースト中には、金属粒子または導電性セラミック粒子が含まれている。

【0069】

タングステン粒子またはモリブデン粒子の平均粒子径は、0.1～5 μ mが好ましい。平均粒子が0.1 μ m未満であるか、5 μ mを超えると、導体ペーストを印刷しにくいからである。

このような導体ペーストとしては、例えば、金属粒子または導電性セラミック粒子85～87重量部；アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニラールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5～10重量部；および、 α -テルピオーネ、グリコールから選ばれる少なくとも1種の溶媒を1.5～10重量部を混合した組成物（ペースト）が挙げられる。

【0070】

(3) グリーンシートの積層工程

導体ペーストを印刷していないグリーンシートを、導体ペーストを印刷したグリーンシートの上下に積層する。

このとき、上側に積層するグリーンシートを数を下側に積層するグリーンシートの数よりも多くして、発熱体の形成位置を底面の方向に偏芯させる。

具体的には、上側のグリーンシートの積層数は20～50枚が、下側のグリーンシートの積層数は5～20枚が好ましい。

【0071】

(4) グリーンシート積層体の焼成工程

グリーンシート積層体の加熱、加圧を行い、グリーンシートおよび内部の導体ペーストを焼結させる。

加熱温度は、1000～2000℃が好ましく、加圧の圧力は、100～200 kg/cm² が好ましい。加熱は、不活性ガス雰囲気中で行う。不活性ガスとしては、例えば、アルゴン、窒素などを使用することができる。

この後、サンドブラスト等により、少なくともウエハ加熱面に粗化処理を施す。両面に粗化処理を施してもよい。

【0072】

なお、焼成を行った後に、測温素子を挿入するための有底孔を設けてもよい。有底孔は、表面研磨後に、サンドブラストなどをブラスト処理を行うことにより形成することができる。また、内部の発熱体と接続するためのスルーホールに外部端子13を接続し、加熱してリフローする。加熱温度は、200～500℃が好適である。

さらに、測温素子としての熱電対などを銀ろう、金ろうなどで取り付け、ポリイミドなどの耐熱性樹脂で封止し、セラミックヒータの製造を終了する。

なお、本セラミックヒータにおいては、静電電極を設けて静電チャック機能を持たせてもよく、また、表面にチャックトップ導体層を設けてウエハプロバとしてもよい。

【0073】

【実施例】

以下、本発明をさらに詳細に説明する。

(実施例 1)

(1) Na を 0. 1 p p m、B を 0. 8 p p m 含有する窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製 平均粒径：1. 1 μ m）1 0 0 重量部、イットリア（平均粒径：0. 4 μ m）4 重量部、アクリルバインダ 1 2 重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した。

【0 0 7 4】

(2) 次に、この顆粒状の粉末を金型に入れ、平板状に成形して生成形体（グリーン）を得た。この生成形体にドリル加工を施し、半導体ウエハの支持ピンを挿入する貫通孔 1 5 となる部分、熱電対を埋め込むための有底孔 1 4 となる部分（直径：1. 1 m m、深さ：2 m m）を形成した。

【0 0 7 5】

(3) 加工処理の終わった生成形体を 1 8 0 0 $^{\circ}$ C、圧力：2 0 0 k g / c m² でホットプレスし、厚さが 3 m m の窒化アルミニウム板状体を得た。

次に、この板状体から直径 2 1 0 m m の円板体を切り出し、セラミック製の板状体（ヒータ板 1 1）とした。

このヒータ板 1 1 の両面を平均粒子径 5 μ m のアルミナ粒子のサンドブラストで処理し、表面に J I S B 0 6 0 1 で、R m a x = 6 μ m の凹凸を形成した。

【0 0 7 6】

(4) 上記(3) で得たヒータ板 1 1 に、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図 1 に示したような同心円状のパターンとした。

導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベスト P S 6 0 3 D を使用した。

この導体ペーストは、銀-鉛ペーストであり、銀 1 0 0 重量部に対して、酸化鉛（5 重量%）、酸化亜鉛（5 5 重量%）、シリカ（1 0 重量%）、酸化ホウ素（2 5 重量%）およびアルミナ（5 重量%）からなる金属酸化物を 7. 5 重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が 4. 5 μ m で、リン片状のものであった。

【0 0 7 7】

(5) 次に、導体ペーストを印刷したヒータ板 1 1 を 7 8 0 $^{\circ}$ C で加熱、焼成して、

導体ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにヒータ板 1 1 に焼き付け、発熱体 1 2 を形成した。銀-鉛の発熱体は、厚さが $5\ \mu\text{m}$ 、幅 $2.4\ \text{mm}$ 、面積抵抗率が $7.7\ \text{m}\Omega/\square$ であった。

【0078】

(6) 硫酸ニッケル $80\ \text{g/l}$ 、次亜リン酸ナトリウム $24\ \text{g/l}$ 、酢酸ナトリウム $12\ \text{g/l}$ 、ほう酸 $8\ \text{g/l}$ 、塩化アンモニウム $6\ \text{g/l}$ の濃度の水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記(5)で作製したヒータ板 1 1 を浸漬し、銀-鉛の発熱体 1 2 の表面に厚さ $1\ \mu\text{m}$ の金属被覆層（ニッケル層）1 2 a を析出させた。

【0079】

(7) 電源との接続を確保するための外部端子 1 3 を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀-鉛半田ペースト（田中貴金属製）を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコパール製の外部端子 1 3 を載置して、 420°C で加熱リフローし、外部端子 1 3 を発熱体の表面に取り付けた。

【0080】

(8) 温度制御のための熱電対を $81.7\ \text{Au}-18.3\ \text{Ni}$ の金ローで接続し、(1030°C で加熱して融着)、セラミックヒータ 1 0 を得た。

【0081】

（比較例 1）

(1) ヒータ板を製造した後、両面をサンドブラストにより粗化しなかったほかは、実施例 1 と同様にしてセラミックヒータを製造した。粗化しなかったため、表面は J I S B 0 6 0 1 で、 $R_{\text{max}} = 0.1\ \mu\text{m}$ であった。

【0082】

（比較例 2）

(1) ヒータ板を製造する際にイットリアを添加せず、また窒化アルミウム粉末として三井東圧製 MAN-5（Na、B が $0.1\ \text{ppm}$ 未満）を使用したこと以外は、実施例 1 と同様にして、セラミックヒータを製造した。

【0083】

(比較例 3)

(1) ヒータ板を製造した後、両面を平均粒子径 $250\text{ }\mu\text{m}$ のアルミナ粒子のサンドブラストで処理し、表面に JIS B 0601 で、 $R_{\text{max}} = 210\text{ }\mu\text{m}$ の凹凸を形成した。

【0084】

(実施例 2)

Na を 0.1 ppm 、B を 0.8 ppm 含有する窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製 平均粒径： $1.1\text{ }\mu\text{m}$ ）100 重量部、CaO（平均粒径： $0.3\text{ }\mu\text{m}$ ）5 重量部、アクリルバイнда 12 重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した以外は、実施例 1 と同様にして、セラミックヒータを製造した。

【0085】

(実施例 3)

Na を 0.1 ppm 、B を 0.8 ppm 含有する窒化アルミニウム粉末（トクヤマ製 平均粒径： $1.1\text{ }\mu\text{m}$ ）100 重量部、 Li_2O （平均粒径： $0.3\text{ }\mu\text{m}$ ）3 重量部、 Rb_2O （平均粒径： $0.3\text{ }\mu\text{m}$ ）2 重量部、アクリルバイнда 12 重量部およびアルコールからなる組成物のスプレードライを行い、顆粒状の粉末を作製した以外は、実施例 1 と同様にして、セラミックヒータを製造した。

【0086】

上記実施例 1～3 および比較例 1～3 で得られたセラミックヒータについて、蛍光 X 線分析法により Y、Na、Ca、Rb、Li、B の含有量を測定し、レーザフラッシュ法により、ヒータ板の熱伝導率を測定した。さらに、半導体ウエハを載置して、 500°C まで加熱した後、ウエハへの Y、Na、Ca、Rb、Li、B の拡散を蛍光 X 線分析法により測定した。また、ウエハの表面温度とウエハ載置面の温度差を熱電対で測定した。

その結果を下記の表 1 に示した。

【0087】

【表 1】

	熱伝導率 (W/m・K)	不純物含有量(%)、B、Naはppm						シリコンウエハへの不純物拡散						温度差 (°C)
		Y	Na	Ca	Li	Rb	B	Y	Na	Ca	Li	Rb	B	
実施例 1	180	1.3	0.1	—	—	—	0.8	無	無	—	—	—	無	0.5
実施例 2	180	—	0.1	1.5	—	—	0.8	—	無	無	—	—	無	0.8
実施例 3	180	—	0.1	—	0.8	0.6	0.8	—	無	—	無	無	無	0.8
比較例 1	180	1.3	0.1	—	—	—	0.8	有	有	—	—	—	有	0.5
比較例 2	80	—	0.1<	—	—	—	0.1<	—	無	—	—	—	無	0.6
比較例 3	180	1.3	0.1	—	—	—	0.8	無	無	—	—	—	無	2.0

【0088】

表 1 に示した結果より明らかなように、実施例 1～3 のセラミックヒータの場合は、熱伝導率が高く、半導体ウエハへの Y 等の拡散がなかったのに対し、比較例

1 のセラミックヒータでは、ウエハ加熱面が平坦であったため、半導体ウエハへの Y の拡散があり、比較例 2 では、ヒータ板を製造する際に Y を添加しなかったため、ヒータ板の熱伝導率が低下していた。さらに、比較例 3 では、ウエハが充分加熱されていなかった。

【0089】

【発明の効果】

以上説明したように本発明の半導体ウエハ加熱用セラミックヒータによれば、Y 等から選ばれる少なくとも 1 種の元素を含んでいるので、熱伝導率が高く、ヒータ板の表面温度を発熱体の温度変化に迅速に追従させることができ、ウエハ加熱面の温度を良好に制御することができる。

また、ウエハ加熱面が粗化されているので、半導体ウエハとの接触を点接触とすることができ、セラミックヒータから半導体ウエハへの不純物の熱拡散を防止することができる。

また、このヒータを静電チャックやウエハプローバへ応用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の半導体ウエハ加熱用セラミックヒータの一例を模式的に示す底面図である。

【図 2】

図 1 に示した半導体ウエハ加熱用セラミックヒータの一部を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

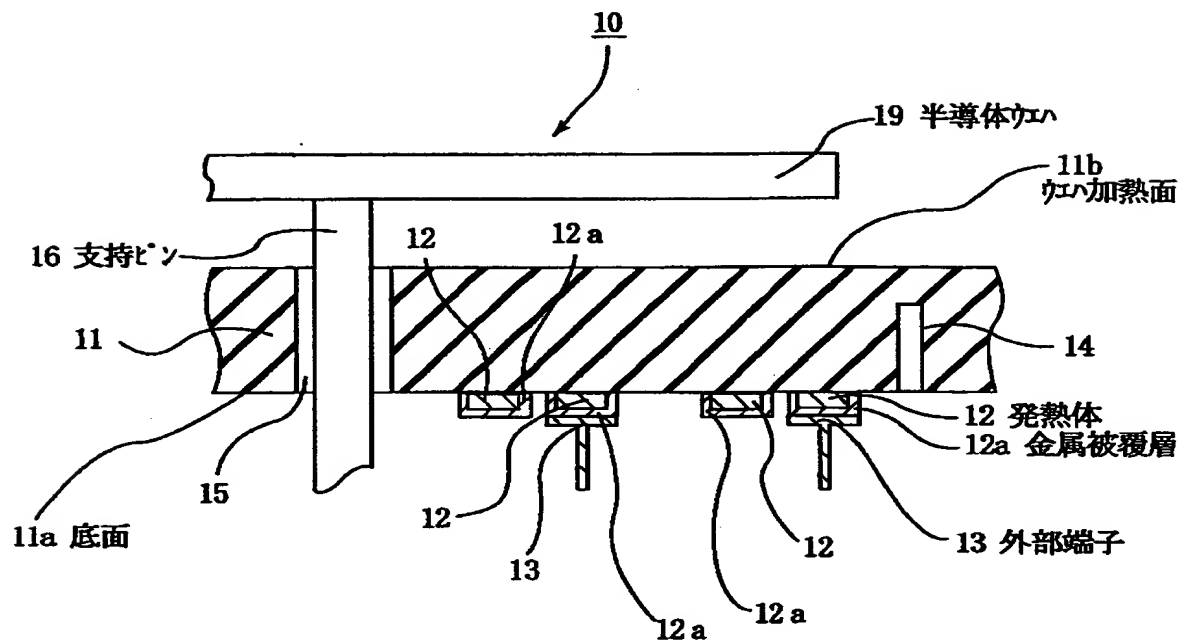
- 1 0 セラミックヒータ
- 1 1 ヒータ板
 - 1 1 a ウエハ加熱面
 - 1 1 b 底面
- 1 2 発熱体
 - 1 2 a 金属被覆層
- 1 3 外部端子

- 14 有底孔
- 15 貫通孔
- 16 支持ピン
- 19 半導体ウエハ

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 熱伝導率が高く、ヒータ板の表面温度を発熱体の温度変化に迅速に追従させることができ、ウエハ加熱面の温度を良好に制御することができるとともに、セラミックヒータから半導体ウエハへの不純物（Y等）の熱拡散を防止することができる半導体ウエハ加熱用セラミックヒータを提供すること。

【解決手段】 窒化物セラミック基板の表面または内部に発熱体を設けてなるセラミックヒータにおいて、前記窒化物セラミック基板は、窒化物セラミックの構成元素以外の元素を含み、半導体ウエハを載置して加熱する加熱面の J I S B 0 6 0 1 に基づく面粗度は、 $R_{max} = 0.2 \sim 200 \mu m$ であることを特徴とする半導体ウエハ加熱用セラミックヒータ。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第225695号
受付番号	59900771495
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0093
作成日	平成11年 8月11日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年 8月 9日
-------	-------------

【書類名】 手続補正書

【あて先】 特許庁長官殿

【事件の表示】

【出願番号】 平成11年特許願第225695号

【補正をする者】

【識別番号】 000000158

【氏名又は名称】 イビデン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086586

【弁理士】

【氏名又は名称】 安富 康男

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 発明者

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【発明者】

【住所又は居所】 岐阜県掛斐郡掛斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

【氏名】 伊藤 康隆

【発明者】

【住所又は居所】 岐阜県掛斐郡掛斐川町北方 1 - 1 イビデン株式会社内

【氏名】 平松 靖二

【その他】 錯誤により、発明者「岐阜県掛斐郡掛斐川町北方 1 - 1
イビデン株式会社内 伊藤 康隆」「岐阜県掛斐郡掛斐川町北方 1 - 1
イビデン株式会社内 平松 靖二」
の 2 名であるところ、誤って「岐阜県掛斐郡掛斐川町北方 1 - 1
イビデン株式会社内 伊藤 康隆」と記載した。

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第225695号
受付番号	59901247271
書類名	手続補正書
担当官	松田 渉 7486
作成日	平成12年 2月 7日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年12月21日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000158]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地
氏 名 イビデン株式会社